



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## SKLADOVACÍ HALA

STORAGE HALL

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Badár

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MIROSLAV BAJER, CSc.

BRNO 2017





## VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	B3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
PRACOVISŤE	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

### ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

STUDENT Tomáš Badár

NÁZEV Skladovací hala

VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.

DATUM ZADÁNÍ 30. 11. 2016

DATUM ODEVZDÁNÍ 26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.  
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

Ferjenčík, P., Schun, J., Melcher, J., Voříšek, V., Chladný, E.,: Navrhovanie ocelových konštrukcií 1. časť + 2. časť, SNTL Alfa, Praha, 1986

Marek, P. a kol.: Kovové konstrukce pozemních staveb, SNTL Alfa, Bratistava, 1985

Skripta zabývající se danou problematikou

Normativní dokumenty z dané problematiky

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Vypracujte návrh nosné ocelové konstrukce skladovací haly podle předané dispozice. Objekt se nachází v lokalitě Jihlava.

Předepsané přílohy

Technická zpráva

Statický výpočet hlavních nosných částí, návrh a výpočet směrných detailů

Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím diplomové práce

Výkaz materiálu

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

  
.....  
doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Cílem práce je návrh nosné ocelové konstrukce skladovací haly v lokalitě města Jihlava. Objekt je uvažován jako dvoulodní o půdorysných rozměrech 36×60 m. Hlavní nosnou částí je příčná vazba tvořena příhradovým vazníkem o rozpětí 24 m, která je kloubově uložena na konstrukci sloupů. Výška ve vrcholu konstrukce je 9,0 m. Mezi hlavními nosnými rámy jsou plnostěnné vaznice. K hlavní nosné konstrukci je kloubově připojen přístavek o půdorysných rozměrech 12×60 m a výšce ve vrcholu 5,92 m. Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna pomocí ztužidla. Opláštění střechy a stěn bude provedeno pomocí sendvičových panelů KINGSPAN. Výpočet je proveden pomocí programu Scia Engineer 16.1 a ručním výpočtem.

## **ABSTRACT**

The aim of the work is to design steel structure warehouse hall in the city of Jihlava. The building is designed as a two-aisled hall with its dimensions 36×60 m. The main supporting part is diagonal links makes truss frame with span of 24 m, which is hinged to the structure of columns. Height in the top of the ship is 9,0 m. Among the main support frames are solid purlins. The main structure is articulated outbuilding with dimensions 12×60 m and height in the top 5,92 m. The spatial rigidity of the structure is ensured by cross braces. Roof cladding and walls will be made using sandwich panels of KINGSPAN. The calculation has been done in Scia Engineer 16.1 program and by hand calculation.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Skladovací hala, přístavek, ocelová konstrukce, příhradový vazník, vaznice, sloup

## **KEY WORDS**

Warehouse hall, outbuilding, steel structures, lattice truss, purlin, column

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

BADÁR, Tomáš. *Skladovací hala*. Brno, 2017. 205 s. Vysoké učení technické v Brně – Fakulta stavební. Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.

## **PROHLÁŠENÍ:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2017

.....  
podpis autora  
Tomáš Badár

### ***Poděkování.***

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Miroslavu Bajerovi, CSc. za pomoc při vypracovávání projektu, za odborné rady, ochotu a vstřícný přístup. Dále bych rád poděkoval své rodině a přítelkyni za jejich podporu a trpělivost v celém mém studiu.

.....  
podpis autora  
Tomáš Badár





**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

**B – TECHNICKÁ SPRÁVA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Tomáš Badár**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**doc. Ing. MIROSLAV BAJER, CSc.**

**BRNO 2017**

# OBSAH

<b>1</b>	<b>OBEČNÉ ÚDAJE .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVNÍ DOKUMENTY .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>PŘEDPOKLADY NÁVRHU NOSNÉ KONSTRUKCE .....</b>	<b>11</b>
3.1	METODA NÁVRHU .....	11
3.2	ZATÍŽENÍ .....	12
<b>4</b>	<b>POPIS KONSTRUKCE .....</b>	<b>12</b>
4.1	SLOUPY .....	12
4.2	PŘÍČEL .....	13
4.3	PŘÍHRADOVÝ VAZNÍK .....	13
4.4	VAZNICE .....	13
4.5	PAŽDÍKY .....	13
4.6	PŘÍČNÁ ZTUŽIDLA.....	13
4.7	PODÉLNĚ ZTUŽIDLA .....	13
4.8	OPLÁŠTENÍ .....	13
4.9	KOTVENÍ A ZÁKLADY.....	14
<b>5</b>	<b>MATERIÁL .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>STATICKE ŘEŠENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE .....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>OCHRANA KONSTRUKCE .....</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>DOPRAVA A MONTÁŽ .....</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>20</b>
A.	PRŮVODNÍ DOKUMENT .....	20
B.	TECHNICKÁ ZPRÁVA .....	20
C.	STATICKE VÝPOČET .....	20
D.	PROGRAMOVÉ ŘEŠENÍ .....	20
E.	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE .....	20
F.	VÝKAZ MATERIÁLU.....	20

# 1 OBECNÉ ÚDAJE

Cílem bakalářské práce je návrh a posouzení ocelové konstrukce skladovací haly s přístavkem v lokalitě města Jihlava. Půdorysné rozměry objektu jsou 36×60 m. Hlavní nosnou částí je příčná vazba tvořena příhradovým vazníkem o rozpětí 24 m, která je kloubově uložena na konstrukci sloupů. Výška hlavní nosné části ve vrcholu lodě je 9,03 m. K hlavní nosné části je kloubově připojen přístavek o půdorysných rozměrech 12×60 m a výšce ve vrcholu 5,92 m. Sklon hlavní haly i přístavku je 10 %. Mezi hlavními nosnými rámy jsou plnostěnné vaznice, které jsou prostě uloženy. Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna ztužidly. Opláštění střechy a stěn bude provedeno pomocí sendvičových panelů KINGSPAN. Výpočet je proveden pomocí programu Scia Engineer 16.1 a ručním výpočtem. Jako hlavní materiál bude na konstrukci použita ocel S235.

## 2 NORMATIVNÍ DOKUMENTY

Návrh ocelové konstrukce byl proveden v souladu s těmito platnými dokumenty:

- ČSN EN 1990, Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1, Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-8, Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Navrhování styčníků

Pro zpracování byly použity další zdroje:

- ČSN 01 3483: Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy kovových konstrukcí
- WALD, František. *Patky sloupů*. 1. vydání. Praha 6: Ediční středisko VUT, 1995. 138s. ISBN 80-01-01337-5
- WALD, František. *Ocelové konstrukce 10: tabulky*. Vyd.2., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 127 s. ISBN 80-010-2984-0

## 3 PŘEDPOKLADY NÁVRHU NOSNÉ KONSTRUKCE

### 3.1 Metoda návrhu

Statický návrh nosné ocelové konstrukce byl proveden dle ČSN EN 1993 „Navrhování ocelových konstrukcí“ na:

- Mezní stav únosnosti – objekt byl navržen na nejnepříznivější kombinaci návrhových hodnot zatížení
- Mezní stav použitelnosti – na nejnepříznivější hodnoty deformací z charakteristických hodnot zatížení

## 3.2 Zatížení

Ocelová konstrukce byla dimenzována na následující zatížení za pomoci programu SCIA Engineer 16.1 :

- vlastní tíha konstrukce – vygenerována programem
- vlastní tíha střešního pláště – vlastní tíha střešního panelu  $12,23 \text{ kg/m}^2$
- vlastní tíha stěnového pláště – vlastní tíha stěnového panelu  $32,08 \text{ kg/m}^2$
- zatížení sněhem – sněhová oblast III. s charakteristickou hodnotou  $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$
- zatížení větrem – větrná oblast II. se základní rychlostí větru  $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

## 4 POPIS KONSTRUKCE

Jedná se o ocelovou nosnou konstrukci Skladovací haly. Skladovací hala je uvažován jako dvoulodní s obdélníkovým půdorysem. Hlavní hala má půdorysné rozměry  $24 \times 60 \text{ m}$  a je tvořena příčnými vazbami po  $5 \text{ m}$ . Příčnou vazbu tvoří příhradový sedlový vazník o rozpětí  $24 \text{ m}$  z upravených čtyřhranných dutých profilů, který je kloubově uložen na sloupy HEB 300, které jsou vetknuty do základu. Na vazníky jsou prostě uloženy vaznice IPE 220. Tuhost celé konstrukce v příčném směru zajišťuje vetknutí sloupu do základových patek. Tuhost hlavní haly v podélném směru zajišťují příčná ztužidla umístěná v krajních polích společně s podélnými ztužidly, která jsou umístěná v  $1/4$  rozpětí hlavní haly. Čelní sloupy hlavní haly jsou kloubově uloženy a jsou tvořeny z profilu HEB 220. Střecha hlavní haly je ve sklonu  $10 \%$ . Přístavek má půdorysné rozměry  $12 \times 60 \text{ m}$  a je tvořeny příčnými vazbami po  $5 \text{ m}$ . Příčnou vazbu tvoří příčel profilu IPE 500. Příčel je kloubově připojená ke sloupu hlavní haly. Připoj příčle a sloupu přístavku je provedení pomocí rámového spoje. Krajní sloupy přístavku jsou kloubově uloženy a jsou z profilu IPE 500. Čelní sloupy přístavku jsou kloubově uloženy a jsou z profilu IPE 220. Vaznice přístavku jsou profilu IPE 200. Pultová střecha přístavku je ve sklonu  $10 \%$ . Opláštění střechy a stěn bude provedeno pomocí sendvičových panelů KINGSPAN.

### 4.1 Sloupy

V objektu se vyskytují čtyři druhy nosných sloupů. Krajní sloupy hlavní haly jsou navrženy z profilu HEB 300. Jsou přivařeny k patnímu plechu, který je zakotven do základových patek pomocí kotevních šroubů  $\phi 24$  a  $\phi 30$ . Uložení sloupů je uvažováno jako vetknuté. Výška těchto sloupů je  $7,22 \text{ m}$ .

Čelní sloupy hlavní haly tvoří profily HEB 220. Uložení paty sloupu se uvažuje kloubové. Pata sloupu je přivařena k patnímu plechu a kotvena do základové patky pomocí lepených kotev HILTI  $\phi 24$ . Spoj horní části sloupu s vazníkem je řešen tak, aby sloup nijak nebránil průhybu a deformacím příhradového vazníku.

Krajní sloupy přístavku jsou navrženy z profilu IPE 500. Uložení paty sloupu se uvažuje kloubové. Pata sloupu je přivařena k patnímu plechu a kotvena do základové patky pomocí lepených kotev HILTI  $\phi 16$ . Výška těchto sloupů je  $4,53 \text{ m}$ .

Čelní sloupy přístavku jsou navrženy z profilu IPE 220. Uložení sloupů je uvažováno jako kloubové. Pata sloupu je přivařena k patnímu plechu a kotvena do základové patky pomocí lepených kotev HILTI  $\phi 16$ .

## 4.2 Příčel

Příčel slouží jako hlavní nosný prvek střešní konstrukce přístavku. Je tvořena profilem IPE 500 a je vetknutá do sloupu tzv. rámovým rohem. Připojení příčle k sloupu hlavní haly je řešeno kloubově. Vzpěrnou délku z roviny určuje průběh ohybových momentů a vzdálenost vaznic. Sklon příčle je 10 %.

## 4.3 Příhradový vazník

Jako hlavní nosná konstrukce střechy je navržen sedlový příhradový vazník o rozpětí 24 m, který je kloubově uložen na nosné sloupy. Pruty vazníku jsou navrženy z ocelových uzavřených čtyřhranných profilů. Dolní pás vazníku je navržen z profilu TR4HR 200×200×8,0. Dolní pás je převážně namáhán tahem, pouze při sání větru je namáhán tlakem. Proti vybočení z roviny je vazník zabezpečený podélnými ztužidly ve čtvrtinách rozpětí. Horní pás vazníku je tvořen profilem TR4HR 200×200×8,0. Je namáhán převážně tlakem. Svislice a diagonály jsou tvořeny profilem TR4HR 200×100×5,0. Jednotlivé pruty svislic a diagonál jsou k hornímu a dolnímu pásu přivařeny koutovými svary. Vazník je vyroben ze tří montážních částí, které budou spojeny v celek na stavbě pomocí šroubových spojů.

## 4.4 Vaznice

Vaznice hlavní haly jsou navrženy z profilu IPE 220. Vaznice přístavku jsou tvořené profilem IPE 200. Na horní pás vazníku i příčel jsou uloženy jako prostý nosník o délce 5 m. Použitím tuhého střešního pláště je bráněno klopení. Na hřebenovou vaznici je použitý složený průřez ze dvou profilů IPE 220.

## 4.5 Paždíky

Paždík je řešen jako prostý plnostěnný nosník profilu UPE 240 o délce 5 m, což odpovídá vzdálenosti příčných vazeb konstrukce. Ve štítové stěně je také paždík uložen jako prostý nosník jen o jiném rozpětí a to 6 m a 4 m. Přenáší zatížení od stěnového pláště a větru.

## 4.6 Příčná ztužidla

Ztužidla jsou konstruována pouze na přenos tahové síly. Jsou navržena z kruhových táhel MACALLOY o průměru 24 mm. Zajišťují příčnou a podélnou tuhost konstrukce.

## 4.7 Podélné ztužidlo

Podélné ztužidlo je navrženo ve čtvrtinách rozpětí vazníku hlavní haly. Spodní pás, diagonály a svislice podélného ztužidla jsou tvořeny profilem TR4HR 100×100×5,0, které byly dimenzovány na štíhlost prutu. Spodní pás podélného ztužidla je uchycen do dolního pásu vazníku.

## 4.8 Opláštění

Na střešní plášť jsou použity izolační střešní panely KINGSPAN KS 1000 RW tloušťky 155 mm. Na stěnový plášť jsou použity izolační stěnové panely KINGSPAN KS 1000 FH tloušťky 200 mm. Střešní panely jsou upevněny k vaznicím ve směru sklonu střechy metodou viditelného upevnění. Stěnové panely jsou upevněny k paždíkům metodou kotvení v podélném zámku zakrývací hlavy šroubů.

## 4.9 Kotvení a základy

V konstrukci je navrženo pět typů kotvení. Krajiní sloupy hlavní haly, kde není styk s přístavkem jsou vetknuté do základové patky. Patky jsou z betonu pevnostní třídy C16/20. Kotvení sloupů bude realizováno pomocí přivařené patní desky tl. 40 mm a čtyřmi šrouby  $\phi$  24 s pevnostní třídou 8.8.

Krajiní sloupy hlavní haly na styku s přístavkem jsou taktéž vetknuté do základové patky. Patky jsou z betonu pevnostní třídy C16/20. Kotvení sloupů bude realizováno pomocí přivařené patní desky tl. 40 mm a čtyřmi šrouby  $\phi$  30 s pevnostní třídou 8.8.

Čelní sloupy hlavní haly jsou kloubově uloženy do základové patky. Patky jsou z betonu pevnostní třídy C12/15. Kloubové kotvení bude provedeno pomocí dvou šroubů HILTI  $\phi$  24 5.6, které budou vlepeny do vyvrtaných otvorů v základové patce. Budou použity příslušné lepicí hmoty HILTI.

Krajiní sloupy přístavku jsou kloubově uloženy do základové patky. Patky jsou z betonu pevnostní třídy C16/20. Kloubové kotvení bude provedeno pomocí dvou šroubů HILTI  $\phi$  16 5.6, které budou vlepeny do vyvrtaných otvorů v základové patce. Budou použity příslušné lepicí hmoty HILTI.

Čelní sloupy přístavku jsou kloubově uloženy do základové patky. Patky jsou z betonu pevnostní třídy C12/15. Kloubové kotvení bude provedeno pomocí dvou šroubů HILTI  $\phi$  16 5.6, které budou vlepeny do vyvrtaných otvorů v základové patce. Budou použity příslušné lepicí hmoty HILTI.

U všech sloupů je navrženo podlité cementovou maltou tloušťky 40 mm o třídu vyšší pevnosti, než je pevnost betonu základové patky. Také u všech typů kotvení bude použitý úpalek typu UPE 100 délky 100 mm, z důvodu zabezpečení na posouvající sílu. Velikost vrtání otvoru pro šrouby je zvětšena o 20 mm na každou stranu u všech sloupů.

## 5 MATERIÁL

Hlavním materiálem nosných částí konstrukce je navržena ocel S235. Ztužidla MACALLOY jsou pevnostní třídy oceli S460. Pro spojovací materiál horní stavby jsou použity tyto typy šroubů: M20 8.8; M24 8.8; M12 4.6; M20 5.6. Pro spojovací materiál u kotvení jsou použity tyto typy šroubů:  $\phi$  24 5.6;  $\phi$  30 8.8;  $\phi$  24 8.8;  $\phi$  16 5.6.

## 6 STATICKÉ ŘEŠENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE

Statické řešení bylo provedeno za pomoci studentské verze SCIA Engineer 16.1. Výpočtem byl analyzován prostorový model konstrukce. Posouzení konstrukce na mezní stav únosnosti a použitelnosti nosné konstrukce jako celku i jejích jednotlivých elementů bylo provedeno v souladu s ČSN EN 1993 - Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

Na ověření správnosti programového řešení, byly vybrány některé prvky a ručně posouzeny. Ručně byly počítány i směrné detaily.

## 7 OCHRANA KONSTRUKCE

Celá konstrukce musí být opatřena protikorozním nátěrem v souladu s normou ČSN EN ISO 12944. Po dokončení montáže je nutné zkontrolovat, zda nedošlo při montáži k porušení nátěru, případně tento nátěr opravit. Spojovací materiál je uvažován pozinkovaný. Protipožární ochrana bude řešena dle požadavků investora a požadavků požární zprávy.

## 8 DOPRAVA A MONTÁŽ

Doprava:

Přemístění vyrobených dílů konstrukce z výrobního závodu na staveniště bude provedeno automobilovou dopravou. Rozměry dílů konstrukce jsou navrženy tak, aby splňovaly požadavky maximálních rozměrů při přepravě.

Rozměry největšího dílce v konstrukci: profil IPE 500 délka 12,15 m.

$$90,7 \text{ kg/m} \times 12,15 \text{ m} = 1102,0 \text{ kg}$$

Montáž konstrukce:

Montáž musí být provedena na základě montážního postupu. Montáž bude započata ztužidlovým polem, dále bude pokračovat dle montážního postupu. Tento postup bude navržen odborným pracovníkem montážního závodu.

## 9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

### Velká písmena

$A$	plná průřezová plocha šroubu
$A$	průřezová plocha
$A_{\text{eff}}$	účinná plocha patního plechu
$A_{\text{net}}$	Oslabená průřezová plocha
$A_s$	plocha šroubu účinná v tahu
$A_w$	průřezová plocha stojiny
$B_{p,Rd}$	Návrhová únosnost šroubu v protlačení
$C_1$	součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení konců
$C_2$	součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení konců
$C_3$	součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení konců
$C_{1,0}$	součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení konců
$C_{1,1}$	součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení konců
$C_{\text{dir}}$	součinitel směru
$C_e$	součinitel expozice
$C_{mLT}$	součinitel ekvivalentního konstantního momentu
$C_{my}$	součinitel ekvivalentního konstantního momentu
$C_{mz}$	součinitel ekvivalentního konstantního momentu
$C_{0(z)}$	součinitel orografie
$C_{pe,10}$	součinitel vnějšího tlaku
$C_{\text{prob}}$	Součinitel pravděpodobnosti
$C_{r(z)}$	součinitel drsnosti
$C_{\text{season}}$	součinitel ročního období
$C_t$	tepelný součinitel
$F_{b,Rd}$	návrhová únosnost šroubu v otláčení
$F_{Ed}$	návrhová působící síla
$F_{t,Rd}$	návrhová únosnost šroub v tahu
$F_{V,Ed}$	návrhová smyková síla ve šroubu v mezním stavu únosnosti
$F_{V,Rd}$	návrhová únosnost šroubu ve střihu
$E$	modul pružnosti v tahu, tlaku
$G$	modul pružnosti ve smyku
$I_t$	Moment setrvačnosti v kroucení
$I_{fc}$	moment setrvačnosti tlačené pásnice k hlavní ose nejmenší tuhosti průřezu
$I_{ft}$	moment setrvačnosti tažené pásnice k hlavní ose nejmenší tuhosti průřezu
$I_t$	moment setrvačnosti v kroucení
$I_{v(z)}$	intenzita turbulence
$I_w$	výsečový moment setrvačnosti
$I_y$	moment setrvačnosti průřezu k ose y
$I_z$	moment setrvačnosti průřezu k ose z
$L$	délka svaru
$L$	rozpětí lodi
$L_{cr,T}$	vzpěrná délka při vybočení zkroucením
$L_{cr,y}$	kritická vzpěrná délka kolmo k ose y
$L_{cr,z}$	kritická vzpěrná délka kolmo k ose z
$M_{b,Rd}$	návrhová únosnost v ohybu při klopení
$M_{c,Rd}$	návrhová únosnost v ohybu
$M_{cr}$	pružný kritický moment při klopení
$M_{Ed}$	návrhový ohybový moment
$M_{el,Rd}$	návrhová elastická momentová únosnost



$M_{Rk}$	charakteristická únosnost rozhodujícího průřezu v ohybu
$N_{b,Rd}$	vzpěrná únosnost
$N_{cr}$	kritická síla
$N_{cr,T}$	pružná kritická vzpěrná síla při vybočení zkroucením
$N_{cr,TF}$	pružná kritická síla pro vybočení při prostorovém vzpěru
$N_{cr,y}$	pružná kritická síla při rovinném vzpěru k ose y
$N_{cr,z}$	pružná kritická síla při rovinném vzpěru k ose z
$N_{Ed}$	návrhová hodnota osově síly
$N_{pl,Rd}$	návrhová únosnost neoslabeného průřezu
$N_{Rk}$	charakteristická únosnost rozhodujícího průřezu při působení osově síly
$N_{t,Rd}$	návrhová únosnost v tahu
$R$	výslednice sil
$V_{E,d}$	návrhová smyková síla
$V_{pl,Rd}$	plastická smyková únosnost
$W_{el,y}$	elastický modul průřezu k ose y
$W_{el,z}$	elastický průřezový modul k ose z
$W_{pl,y}$	plastický modul průřezu k ose y
$W_{pl,z}$	plastický průřezový modul k ose z
$Z$	tahová síla v kotevních šroubech

## Malá písmena

$a$	účinná výška svaru
$b$	šířka průřezu
$b_{eff}$	efektivní šířka
$b_f$	šířka pásnice
$c$	přesah desky
$d$	hloubka konstrukce (délka povrchu rovnoběžného se směrem větru)
$d$	jmenovitý průměr šroubu
$d_0$	průměr otvoru pro šroub
$e$	excentricita normálové síly
$e_1$	vzdálenost šroubu od okraje
$e_2$	vzdálenost šroubu od okraje
$f_{cd}$	výpočtová hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
$f_{ck}$	charakteristická hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
$f_y$	mez kluzu
$f_u$	mez pevnosti
$f_{ub}$	mez pevnosti materiálu šroubu
$h$	výška průřezu
$h$	výška konstrukce
$h_w$	výška stojiny
$i_0$	polární poloměr setrvačnosti
$i_y$	poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$	poloměr setrvačnosti k ose z
$k_r$	součinitel terénu
$k_w$	součinitel vzpěrné délky
$k_{yy}$	součinitel interakce
$k_{yz}$	součinitel interakce
$k_z$	součinitel vzpěrné délky
$k_{zy}$	součinitel interakce
$k_{zz}$	součinitel interakce

$n$	počet stříhových rovin
$p_1$	rozteč mezi šrouby
$p_2$	rozteč mezi šrouby
$r$	poloměr zaoblení
$r$	rameno sil
$q_{p(z)}$	maximální hodnota dynamického tlaku větru
$s$	charakteristická hodnota zatížení sněhem (rovnoměrné spojitě zatížení)
$s_k$	základní tíha sněhu
$t$	tloušťka
$t_{e, \min}$	minimální tloušťka spojovaného prvku
$t_f$	tloušťka pásnice
$t_{fd}$	tloušťka dolní pásnice
$t_{fh}$	tloušťka horní pásnice
$t_w$	tloušťka stojiny
$u$	průhyb
$u_{\max}$	maximální hodnota průhybu
$v_{b,0}$	výchozí hodnota základní rychlosti větru
$v_b$	základní rychlost větru
$v_m$	střední rychlost větru
$w$	tlak větru (rovnoměrné spojitě zatížení)
$z_0$	parametr drsnosti terénu
$z_{0,II}$	parametr drsnosti terénu
$z$	výška nad zemí
$z_a$	souřadnice působíště zatížení vzhledem k těžišti průřezu
$z_e$	referenční výška
$z_g$	souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s$	souřadnice středu smyku vzhledem k těžišti průřezu

## Velká řecká písmena

$\Phi$	hodnota pro výpočet součinitele vzpěrnosti
$\Phi_{LT}$	hodnota pro výpočet součinitele klopení

## Malá řecká písmena

$\alpha$	součinitel
$\alpha_1$	součinitel imperfekce
$\alpha_{LT}$	součinitel imperfekce pro klopení
$\beta$	součinitel vzpěrné délky
$\beta_w$	korelační součinitel pro svary závislý na druhu oceli
$\gamma_{M1}$	dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
$\gamma_{M2}$	dílčí součinitel spolehlivosti pro spoje
$\gamma_P$	součinitel páčení
$\varepsilon$	součinitel závisející na mezi kluzu
$\zeta_g$	bezrozměrný parametr působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$\zeta_j$	bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu
$K_{wt}$	bezrozměrný parametr kroucení
$\lambda$	štíhlost
$\lambda_y$	štíhlost k ose y
$\lambda_z$	štíhlost k ose z
$\overline{\lambda}_{LT}$	poměrná štíhlost při klopení
$\overline{\lambda}$	poměrná štíhlost při vybočení zkroucením
$\overline{\lambda}_w$	poměrná štíhlost stěny
$\overline{\lambda}_y$	poměrná štíhlost k ose y
$\overline{\lambda}_z$	poměrná štíhlost k ose z
$\mu$	součinitel tření
$\mu_{cr}$	bezrozměrný kritický moment
$\mu_i$	tvarový součinitel zatížení sněhem
$\pi$	Ludolfovo číslo
$\rho$	měrná hmotnost vzduchu
$\tau$	smykové napětí
$\chi_{LT}$	součinitel klopení
$;\chi_T$	součinitel vzpěrnosti při prostorovém vzpěru
$\chi_y$	součinitel vzpěrnosti při rovinném vzpěru k ose y
$\chi_z$	součinitel vzpěrnosti při rovinném vzpěru k ose z
$\psi_f$	parametr nesymetrie průřezu

## **10 SEZNAM PŘÍLOH**

- A. Průvodní dokument**
- B. Technická zpráva**
- C. Statický výpočet**
- D. Programové řešení**
- E. Výkresová dokumentace**
- F. Výkaz materiálu**